

問題点とその原因・要因の考察（4章関係）

1 基本的な考え方

有明海・八代海においては、閉鎖性海域という条件の下、漁業、干拓、防災、海上交通等のための開発が継続的に行われてきたことから、両海域は、自然環境自体の長期的変化とともに、人為的な働きかけを受けつつ、その海域環境や生態系を変遷させて今日に至ったものと考えられる。

両海域が抱える諸問題の原因・要因を可能な限りの確に把握した上で、両海域の再生に取り組むことが望ましく、評価委員会に求められる任務はまさにこの点にある。

こうした原因・要因の考察については、その特定自体は目的ではなく、有明海及び八代海の再生に向けた措置に資するとの観点から、評価委員会としての見解を示すものである。

なお、今回の検討では、1970年頃の有明海・八代海の環境は生物が豊かだったと言われることを踏まえ、基本として1970年頃から現在までの有明海・八代海等の環境変化を対象として整理を行うこととした。

2 海域区分

(1) 海域区分の意義

有明海・八代海等はさまざまな環境特性を持ち、生物の生息状況も異なっており、問題点とその原因・要因も海域ごとに異なるものと考えられる。このため、環境特性により区分した海域ごとに問題点及びその要因の考察を進めることにより、各海域の再生に係る適切な評価、再生への取組の方向性を見出すことにつながることを期待できる。そこで、有明海・八代海等の問題点を環境特性ごとに区分し、海域ごとに整理を行うこととした。

(2) 海域区分の方法

水質環境からみた場合として、クラスター解析等により海域をグルーピングした（有明海：参考1の図6、八代海：参考1の図10）。その際、有明海・八代海は河川水の影響を大きく受けていると考えられることから、河川水の影響を加味するため、表層の水質データを用いるとともに、かつ、河川の影響の変動の大きさも加味するため、長期間のデータを用いた。

底質環境からみた場合として、有明海・八代海の全域において同一手法で調査されているケースのデータを用い、クラスター解析によりグルーピングした（有明海：参考1の図7、八代海：参考1の図11）。

有明海については、生物の生息状況からみた場合として、生物のうち水産資源として重要な二枚貝類の代表として、タイラギ、サルボウ及びアサリの過去からの漁場の利用状況やその他の生息可能域を勘案してグルーピングした（参考1の図8）。

このように3とおりの方法で海域をグルーピングしたが、本報告において海域ごとの再生への取組の方向性を検討するに当たっては、これらの観点を勘案し統一した海域区分を示す必要がある。

- ① 環境データを元に各グループの特性を整理し、問題点と直接的な環境要因との関係に関する考察を行うためには、グループ分けをあまり細分化することは適当ではないこと
 - ② 再生に向けた評価を行うため、水環境の特性を踏まえつつ、重要な生物の生息状況等を勘案すべきであること
- から、水質のクラスター解析によるグルーピングを基本としつつ、重要な二枚貝の生息状況を勘案して一部線引きを修正した。

以上を踏まえ、最終的に図1と図2に示す海域区分に分けて問題点とその要因・原因を整理することとした。

(3) 海域区分図

海域区分の検討結果を、図1(有明海)及び図2(八代海)に示す。

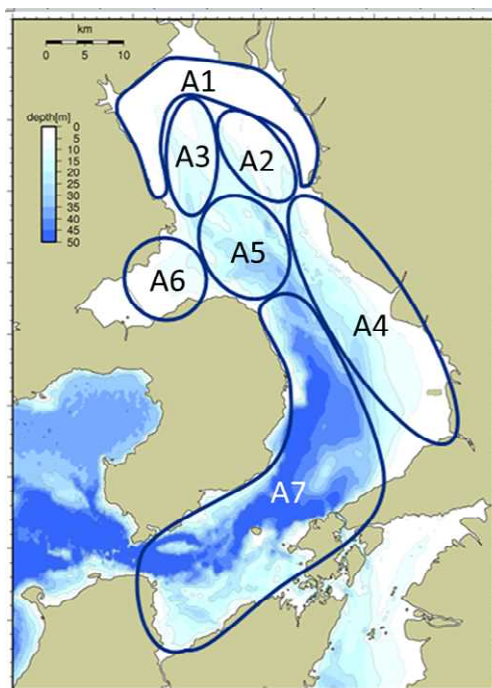


図1 有明海の海域区分

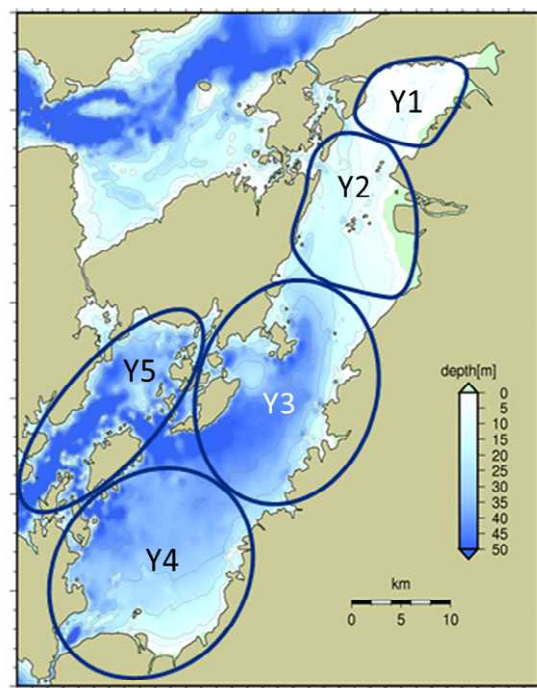


図2 八代海の海域区分

なお、この海域区分は概ねの区分であり、海域ごとに問題点及びその要因の考察を進めることにより、各海域の再生に係る適切な評価、再生への取組の方向性を見出すことにつながることを期待するものである。

そのため、図中に線で囲った部分のすき間のエリアについては、どの海域区分にも属さないというわけではなく、また、厳密に区分することは本評価委員会の目的とは異なるものである。

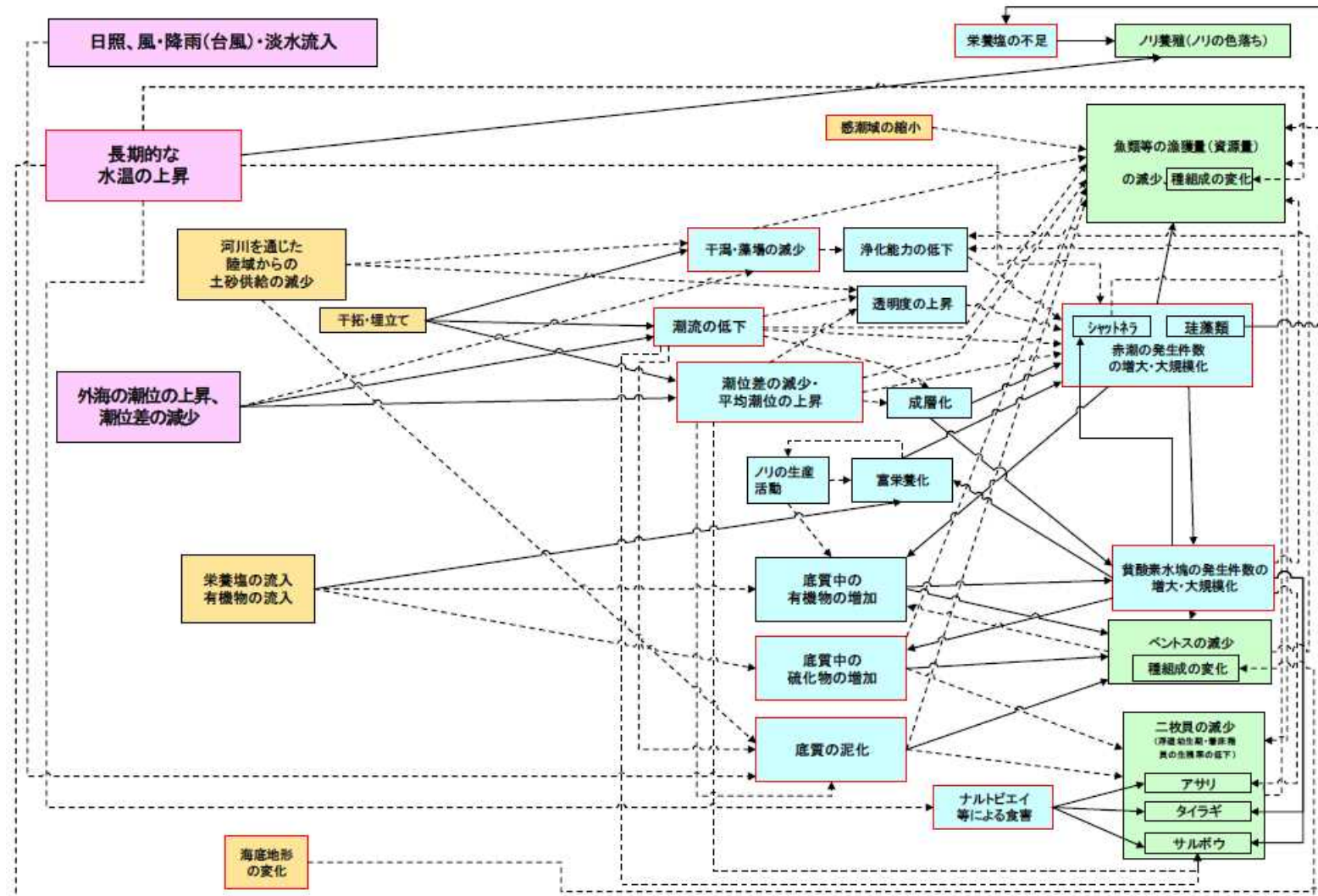
3 問題点と原因・要因との関連の可能性

両海域における生物・水産資源に係る問題点として、有明海では、ベントスの減少、有用二枚貝の減少、ノリ養殖の問題及び魚類等の減少、八代海では、ベントスの減少、有用二枚貝の減少、魚類養殖業の問題、魚類等の減少、ノリ養殖の問題に整理した。

評価委員会では、上述の問題点とその原因・要因に関する調査研究結果、文献、報告等を整理し、問題点及び問題点に関連する可能性が指摘されている要因を図3（有明海）及び図4（八代海）に取りまとめた。

図3及び図4で示された相関図には、関係が明らかなもの、関係の可能性は指摘されているものの根拠となるデータ等が明確でないものがある。

図3及び図4では、関係が明確と判断されたものを実線で、明確と判断されなかったものを点線で示した。



: 直接的な原因・要因
 : 生物、水産資源
 : 海域環境
 : 陸域・河川の影響
 : 気象、海象の影響

図3 有明海における問題点と原因・要因との関連の可能性

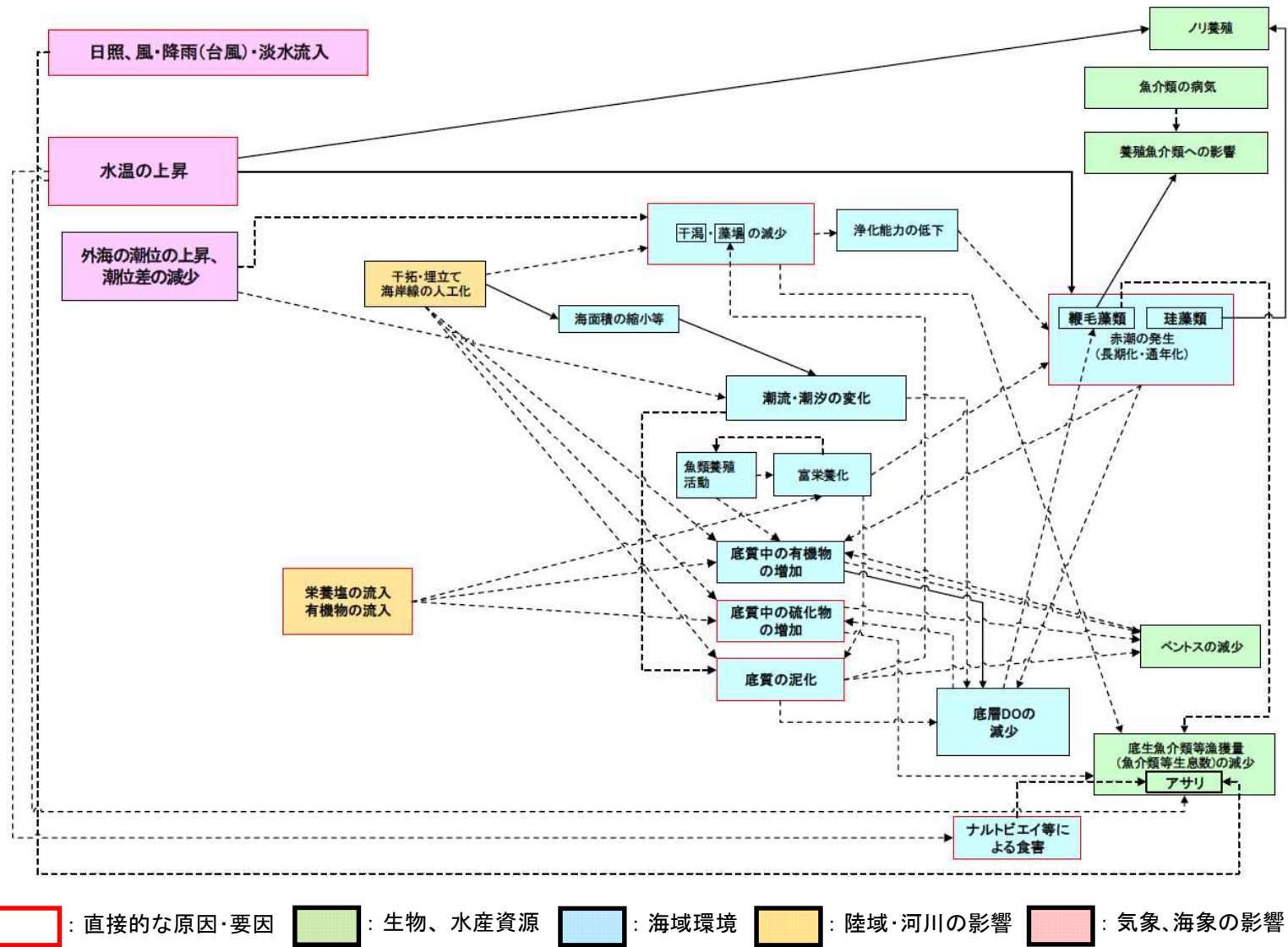


図4 八代海における問題点と原因・要因との関連の可能性

【有明海】

1 水質による海域区分

関係機関が様々な地点で実施した水質調査の結果を用い、クラスター解析*を行った。

*クラスター解析とは、異なる性質のものが混ざりあっている集団（対象）の中から互いに似たものを集めて集落（クラスター）を作り、集団を分類する方法。

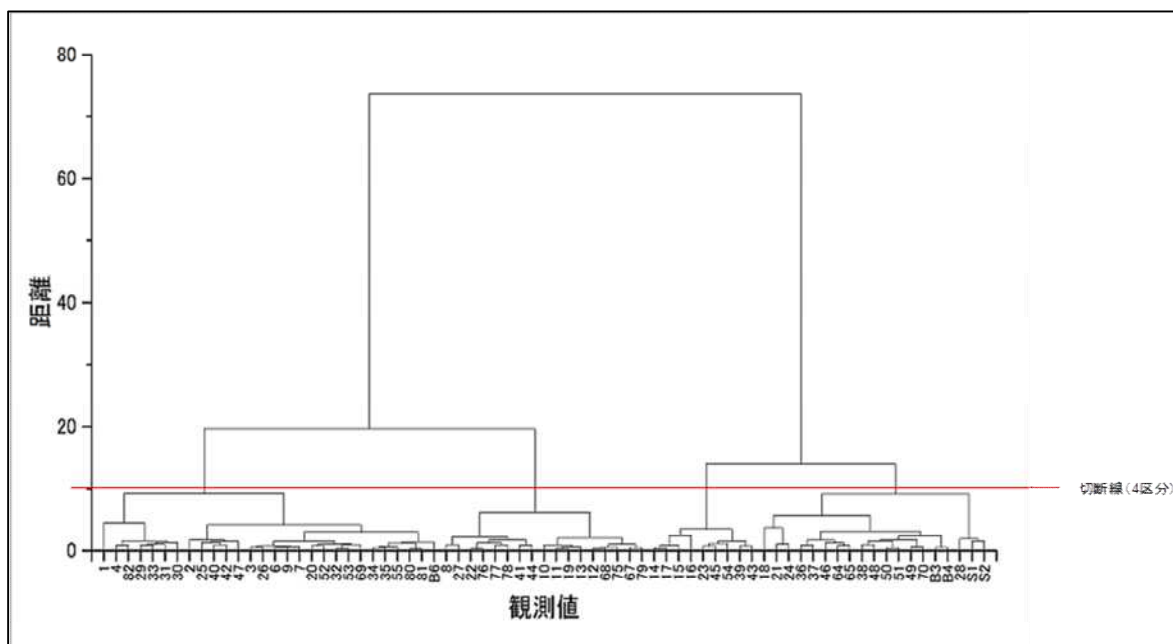


図5 クラスター解析のイメージ

※類似性の高いものをグループ化していく。(イメージ図の下から順に)

① 解析に用いたデータ（6項目）

調査機関	水質項目	調査期間
福岡県、佐賀県、 長崎県、熊本県	・海面下5mの水温、塩分、D0、 DIN、PO ₄ -P ・透明度	1988年1月～ 2006年12月

出典：浅海定線調査結果（福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県）

② 解析の手順

- ・ 初めに、上記①のデータを用い、グループ数を4つとして解析を行った。
- ・ 次に、COD とクロロフィルとの関係を整理することにより、内部生産によるCOD及び内部生産以外のCOD(流入負荷及び海域COD)を把握した。これにより、有明海湾奥部及び緑川・白川河口付近は、流入負荷の影響を大きく受けていることを確認した。また、湾口部は外海の海域CODの影響を受けていること、湾奥部は流入負荷及び外海のいずれの影響も受けにくい範囲であることも併せて確認した。
- ・ 以上を総合的に加味し、海域を区分した。

③ 解析結果

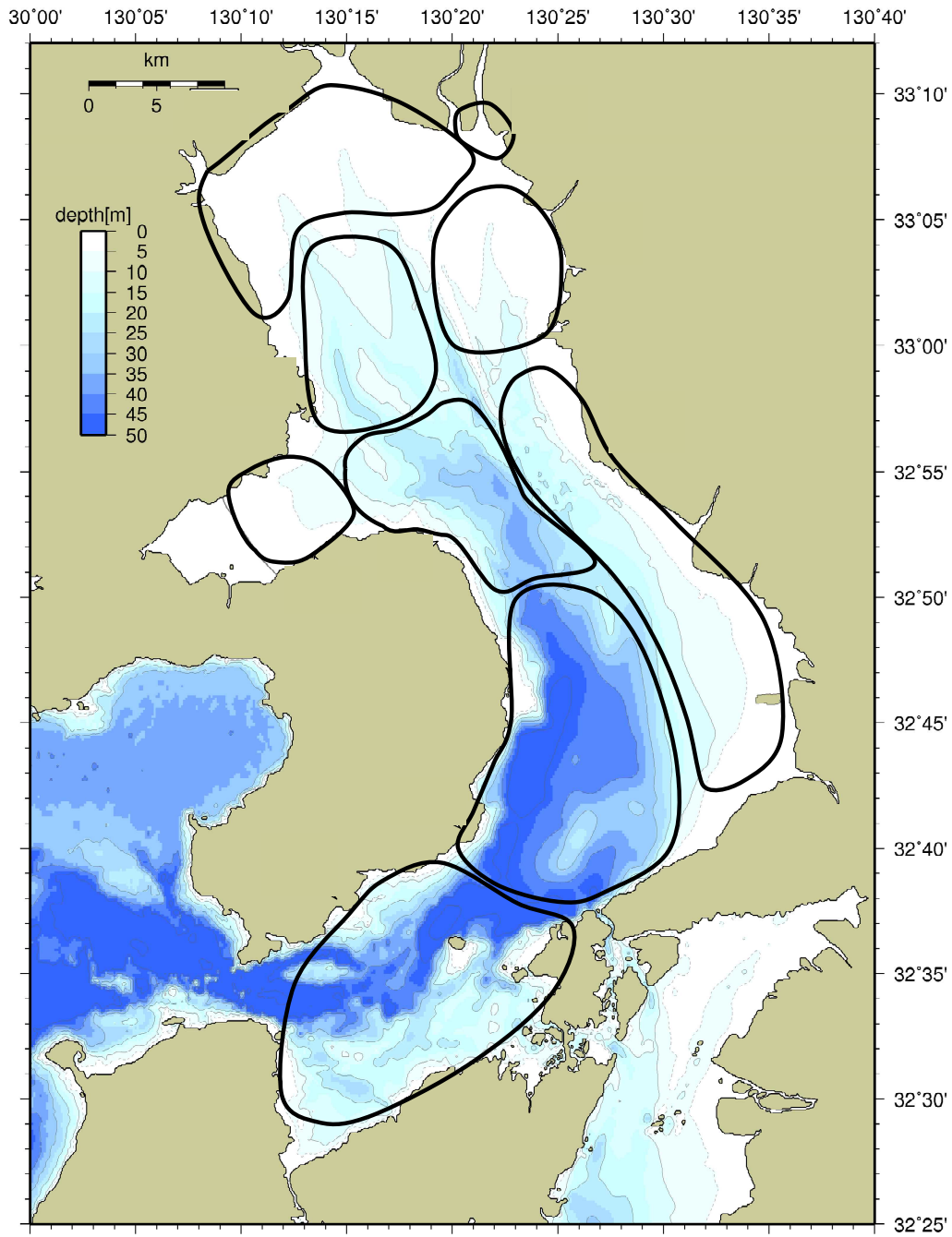


図6 水質による海域区分

2 底質による海域区分

関係機関が様々な地点で実施した底質調査の結果を用い、クラスター解析を行った。

① 解析に用いたデータ

調査機関	調査年	調査月	調査項目					
			含泥率	T-S	強熱減量	COD	全窒素	全りん
九州農政局 ^{※1} (底質環境調査)	2004～ 2007	7～9月	○	○	○	○	○	○
九州農政局 ^{※2} (底質環境調査)	2008～ 2013	7～9月	○	○	○			
九州農政局 ^{※3} (環境モニタリング調査)	2007	7～9月	○	○	○	○	○	○
長崎県 ^{※4}	2008	8月	○	○		○		
佐賀県 ^{※5}	2009	7月	○		○	○		
	2005	10月	○		○			
熊本県 ^{※6}	2009	8月	○	○	○	○		
	2011	7月	○	○	○	○		
九州大学 ^{※7}	2006	7～9月	○					

※1 出典：平成16～19年度底質環境調査報告書（九州農政局）

※2 出典：平成20～25年度底質環境調査報告書（九州農政局）

※3 出典：諫早湾干拓事業環境モニタリング結果のとりまとめ（九州農政局諫早湾干拓事務所 平成20年3月）

※4 出典：長崎県資料

※5 出典：佐賀県有明水産研究センター報告

※6 出典：熊本県資料

※7 出典：科学技術振興調整費プロジェクト「有明海の生物生息空間の俯瞰的再生と実証試験」（九州大学）

② 解析の手順

ア 初めに、九州農政局が実施した「底質環境調査」及び「環境モニタリング調査」結果を用い、グループ数を4つとして解析を行った。

九州農政局の調査結果をベースデータとしたのは、他の機関が実施した調査と比較し、調査項目が6項目と最も多く、各地点間の類似性、非類似性の検討が行いやすいためである。

イ 次に、「底質環境調査」の結果と、それ以外のデータと共通で調査している底質項目を用いて、クラスター解析を行った。

ウ アとイで得られたデータを重ね合せること等により、海域区分を設定した。

③ 解析結果

解析結果を図7に示す。

グループ分けの数は4つとしたが、有明海においては、各グループがモザイク状に点在していることが分かった。

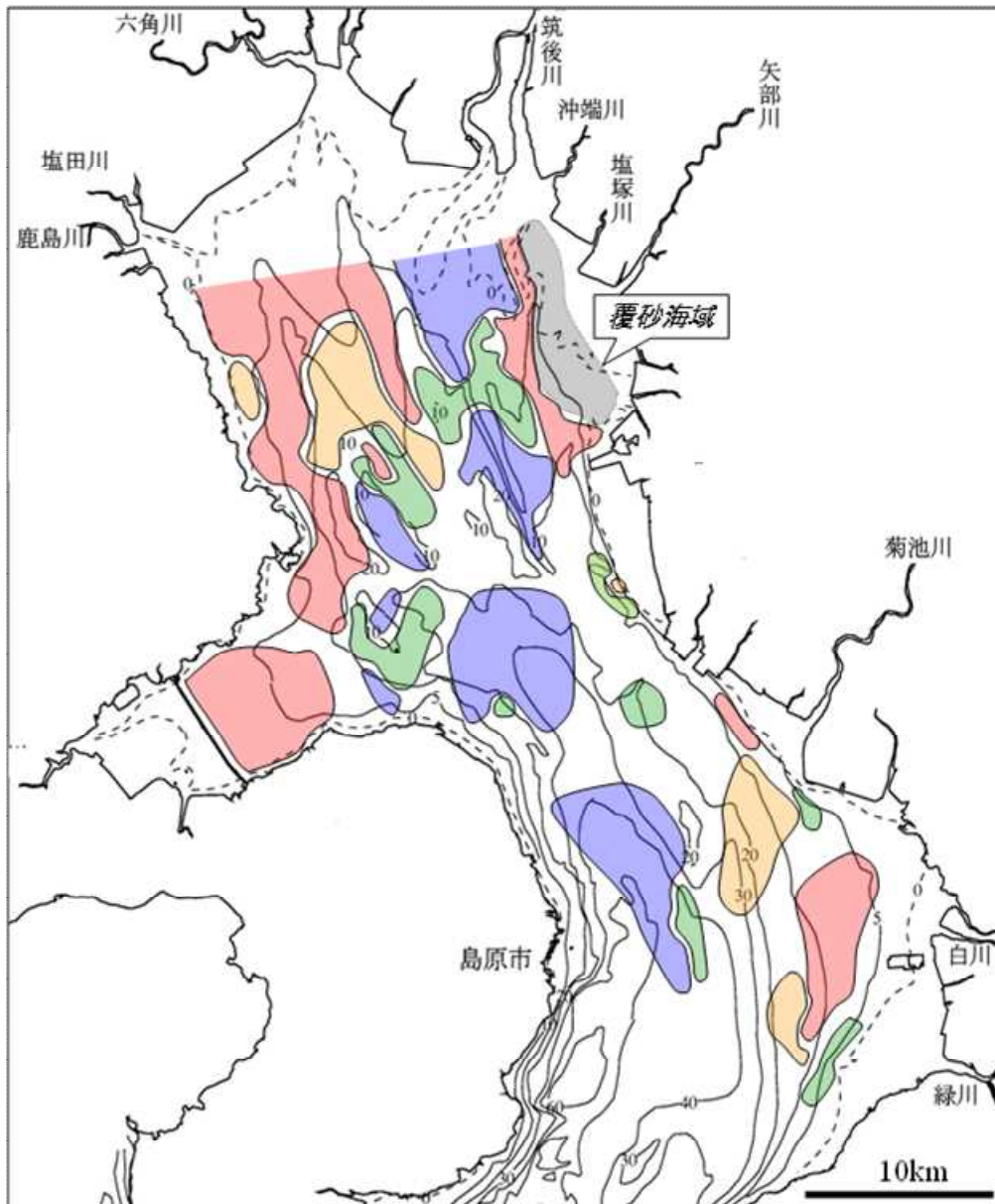


図7 底質による海域区分

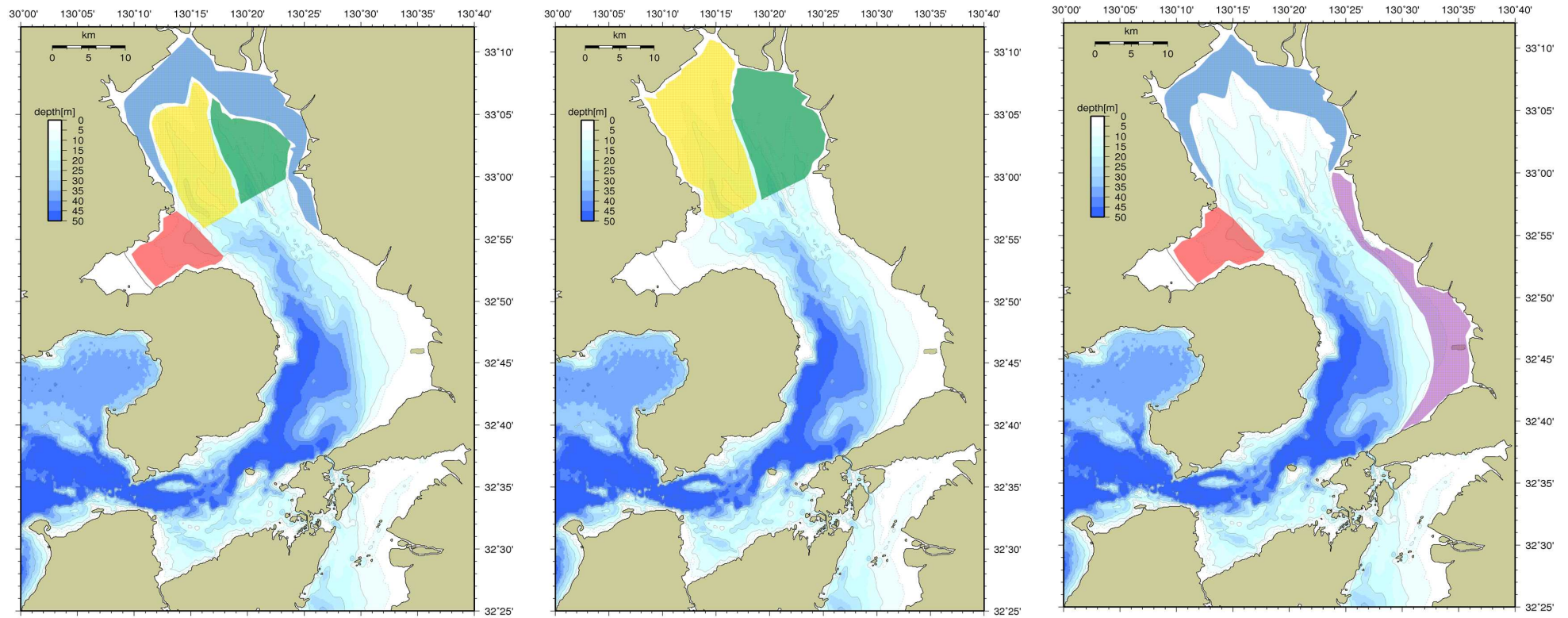
3 底生生物による海域区分

① 区分の方法

- ・ 初めに、有用二枚貝のうち、タイラギ、サルボウ、アサリについて、それぞれの二枚貝が生息する場所（1970年以降、各二枚貝の生息が確認された主な海域）をマッピングした。
- ・ 次に、それぞれの二枚貝について、生息状況等により区分した。

② 区分の結果

- 生物の生息状況から見た海域区分の結果を図8に示す。
- また、水質環境特性からみた海域区分と重ねあわせたところ、概ね一致していることが確認された（図9）。

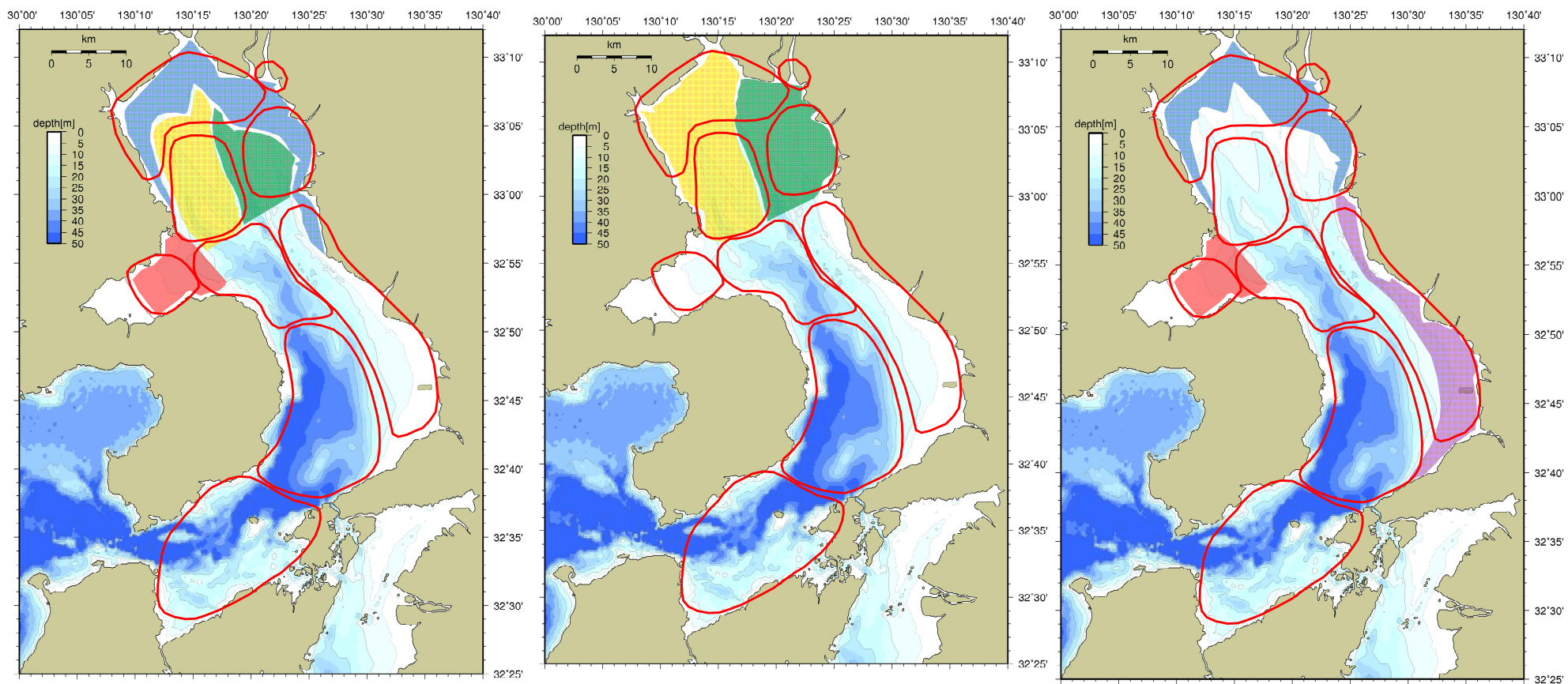


(1) タイラギ

(2) サルボウ

(3) アサリ

図8 生物の生息状況からみた海域区分(二枚貝類)



(1) タイラギ

(2) サルボウ

(3) アサリ

図9 生物の生息状況からみた海域区分(二枚貝類)と水質環境特性からみた海域区分の関係

【八代海】

八代海においても、有明海と同様にデータを整理し、クラスター解析を行った。水質及び底質のそれぞれの観点での解析結果を図10及び図11に示す。

1 水質による海域区分

① 解析に用いたデータ

調査機関	水質項目	調査期間
熊本県	<ul style="list-style-type: none"> 海面下5mの水温、塩分、pH、DSi、DO、DIN、PO₄-P 透明度 	2004年12月 ~ 2012年3月

出典：浅海定線調査結果（熊本県）

② 解析結果

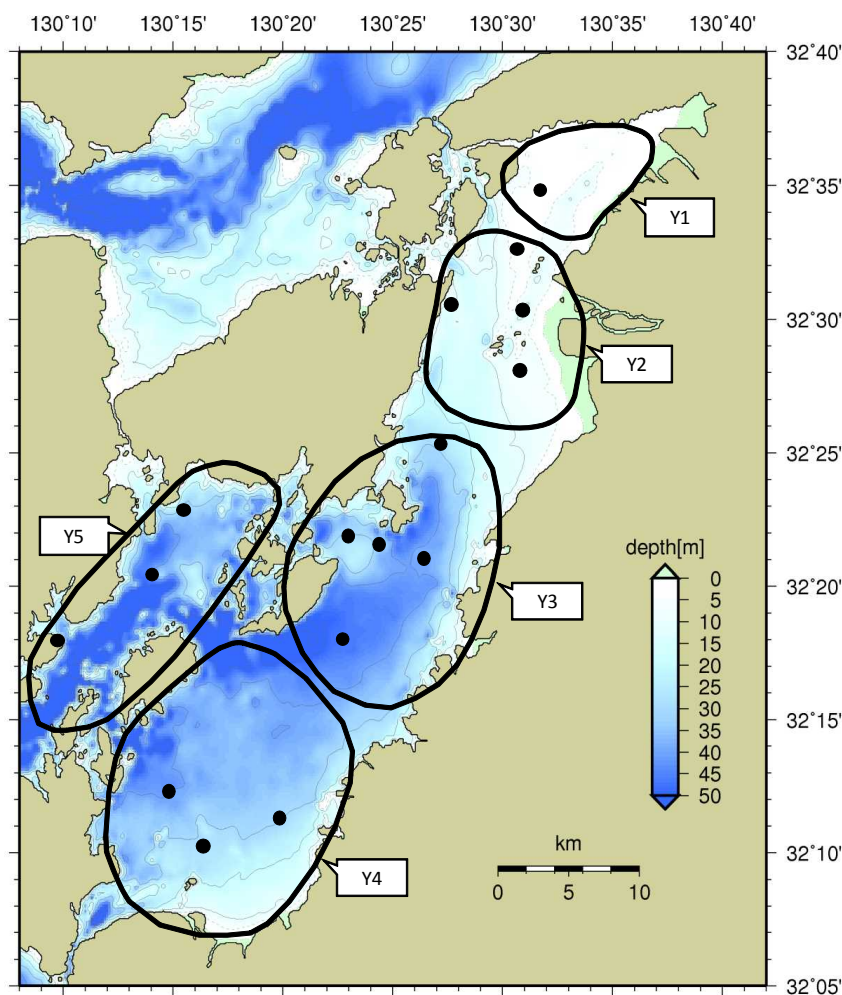


図10 水質による海域区分

2 底質による海域区分

① 解析に用いたデータ

調査機関	調査年	調査月	調査項目						
			含泥率	T-S	強熱減量	COD	全窒素	全りん	TOC
環境省	2012	2月	○	○	○	○	○	○	
国土交通省	2012	5月	○	○	○	○	○	○	○
熊本大学	2011	11月	○	○			○	○	○

出典1：平成23年度 有明海懸濁物等長期変動把握調査業務（環境省）

出典2：平成24年度 環境整備船「海輝」年次報告書（国土交通省）

出典3：生物多様性のある八代海沿岸海域環境の俯瞰型再生研究プロジェクト（熊本大学）

② 解析結果

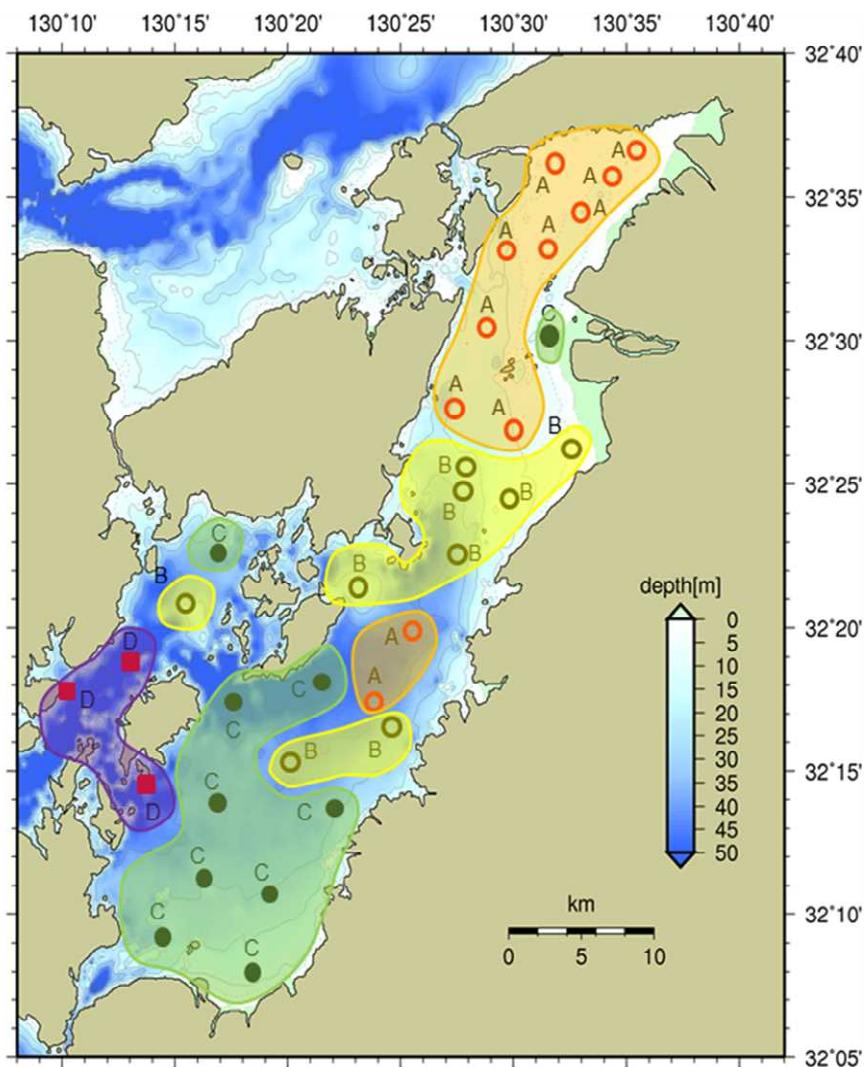


図11 底質による海域区分

海域区分間の物質収支の試算

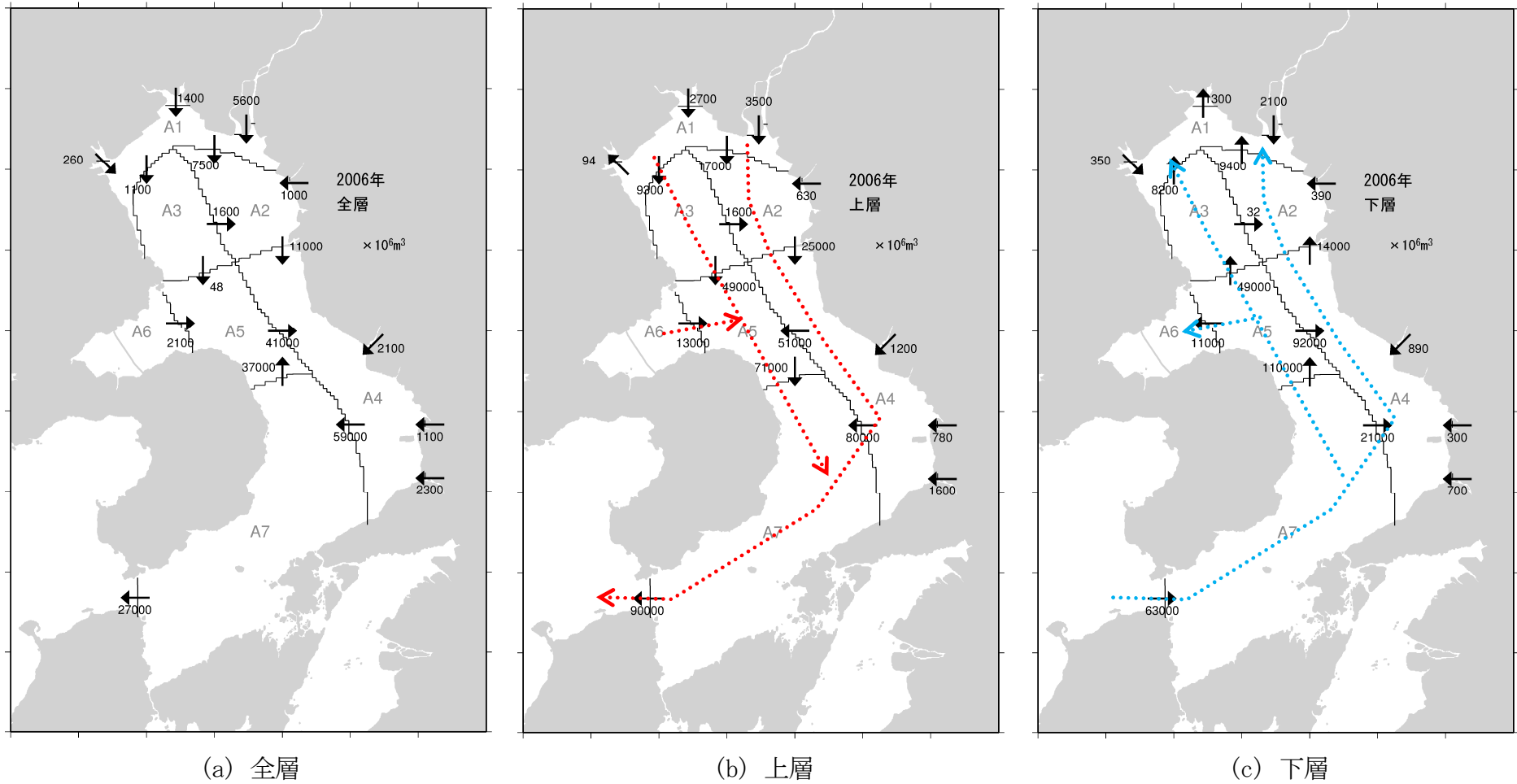
参考2

海域区分ごとに環境特性を整理したが、区分された海域は相互に繋がり、物質のやりとりが生じていることに留意する必要があるため、数値シミュレーションモデルを用いて区分された海域間の水や栄養塩等のやりとり（物質収支）を算定し、海域間の物質収支の特性を試算することとした。算定期間は環境等変化で着目すべき貧酸素水塊の発生が顕著に見られた2006年の1年間とした。モデルの説明については、資料9に詳述している。

有明海を対象として、2006年通年の流量収支、SS、TOC、T-N及びT-Pの物質収支を算定した結果を図12～図14に示す。

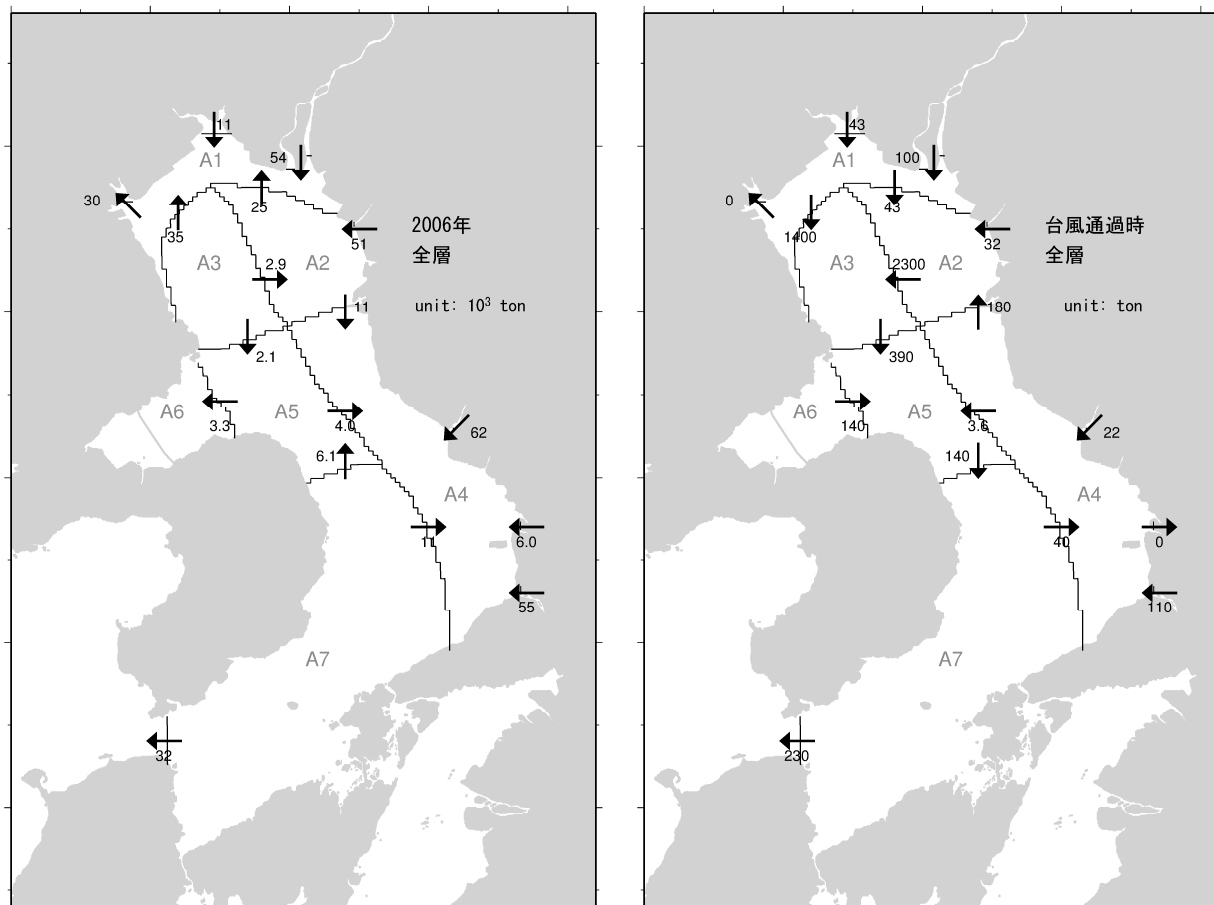
流量収支をみると、基本的に上層では湾奥から湾口へかけての流れであり、下層では湾口から湾奥へ流れとなっており、上層流出・下層流入のエスチュアリー循環流の形となっている（図12の点線矢印で記載）。

TOC、T-N及びT-Pの物質収支の試算については、海域区分別に存在する物質の総量を■の大きさに図14に同時に示した。1日に移動する物質の総量（フラックス）は各海域の物質の総量（ストック）の1/100のオーダーであった。



※収支には、図中に示した一級河川感潮域からの流入のほか、一級河川以外からの直接流入等が含まれる。

図12 2006年通年の流量収支

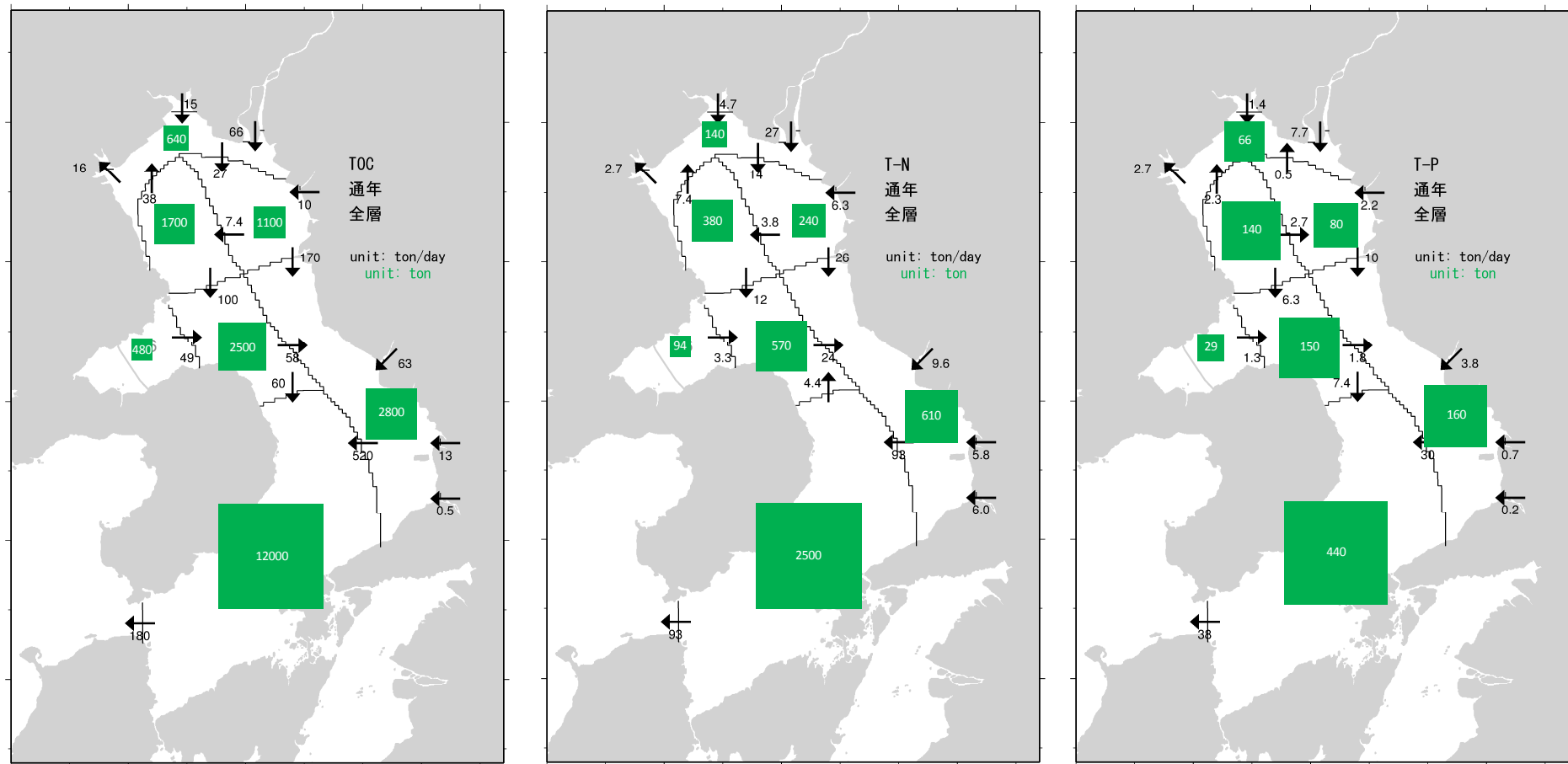


(a) 2006年通年

(b) 台風通過時 (1日)

※収支には、図中に示した一級河川感潮域からの流入のほか、一級河川以外からの直接流入等が含まれる。

図13 2006年通年及び台風通過時(1日)のSS收支(全層)



(a) TOC

(b) T-N

(c) T-P

■ : 物質の総量 (ストック) の大きさ (ton) ※フラックスの単位は ton/day で表示している
 ※収支には、図中に示した一級河川感潮域からの流入のほか、一級河川以外からの直接流入等が含まれる。

図14 2006年通年のTOC・T-N・T-P収支と物質の総量との関係